

Contribution au contrôle continu des pâturages tropicaux en Afrique occidentale

par G. BOUDET (*)

RÉSUMÉ

Afin de suivre l'évolution des pâturages résultant, tant des aléas climatiques que des diverses formes d'exploitation, un contrôle continu doit être envisagé aux niveaux nationaux et transnationaux. Pour cela, un langage commun doit être adopté pour définir les types de pâturages, leur aspect physiologique et les critères de contrôle continu doivent être identifiés. En vue de la mise en place de réseaux nationaux de surveillance, une technique de contrôle au sol est proposée avec les résultats déjà obtenus en milieu sahélien.

L'exploitation des pâturages avec des charges et des régimes variés ainsi que les aléas climatiques provoquent des modifications de la productivité en fourrages, de la flore et de l'équilibre entre strates herbacée et ligneuse, qui nécessitent des observations et des mesures répétées. Ce contrôle continu ou monitoring doit être exécuté sur le terrain mais l'utilisation des techniques modernes de télédétection fournira peut-être à l'avenir des possibilités d'extrapolation pour de vastes territoires, des résultats enregistrés sur des parcelles d'observations permanentes judicieusement réparties.

I. Propositions d'une nomenclature adaptée.

Un contrôle continu des pâturages tropicaux doit être envisagé à l'échelle transnationale, ce qui suppose un accord sur la classification des pâturages et l'aspect physiologique des principaux types identifiables.

I. 1. Classification des pâturages tropicaux

Cette classification doit pouvoir s'insérer dans la classification des formations végétales tropicales tout en mettant en relief les caractères particuliers des pâturages.

La période active des pâturages est un critère fondamental de cette classification. C'est la période pendant laquelle les graminées se développent et émettent des repousses après la coupe ou le broutage. Cette période correspond en régions tropicales à celle où le sol renferme dans la zone prospectée par les racines, des réserves en eau suffisantes pour compenser la transpiration des plantes, phénomène physiologique, ainsi que l'évaporation, phénomène physique.

Dans le tableau I, une classification des pâturages est proposée en fonction des conditions climatiques (pluviosité et période active).

A ces conditions climatiques correspondent de grandes unités de sol ainsi que des activités

(*) I. E. M. V. T. 10, rue Pierre-Curie, 94700 Maisons-Alfort (France).

TABL. N°I - C L A S S I F I C A T I O N

D é n o m i n a t i o n		L i m i t e s c l i m a t i q u e s		S o l s	A c t i v i t é s h u m a i n e s		
Z o n e s	S e c t e u r s	Pluies (mm)	Période active (m)		Agriculture	E l e v a g e	F o r ê t s
Désert	Sahara	100	0	minéraux bruts	oasis	nomade/puits	0
Sahel	Sahélo-saharien	200	0	runéraux bruts	oasis	nomade/puits transhumant/mares	0
	Sahélien	400	1	brun brun-rouge hydromorphe	creux interdunes (mil) riz aquatique	transhumant mares-puits	chauffage construction trad.
	Sahélo-soudanien	600	3	brun brun-rouge hydromorphe vertisols	itinérante/sables mil, arachides riz aquatique	transhumant mares-puits	chauffage construction trad.
	Soudano-sahélien	800	3 à 4	ferrugineux tropicaux	itinérante (mil, arachide) riz aquatique	transhumant mares-puits	chauffage construction trad.
Soudan	Soudanien	1000 à 1200	5	ferrugineux tropicaux	itinérante (sorgho, coton) riz aquatique	sédentaire + transhumant (zébus)	chauffage construction trad.
	Soudano-guinéen	1300 à 1500	7	ferralitiques	itinérante (igname, maïs, sorgho, coton) riz aquatique riz pluvial	sédentaire de villages (taurins)	chauffage construction trad. charpente
	Periforestier	1600	10	ferralitiques	itinérante (igname, manioc, coton) riz pluvial	sédentaire de villages	chauffage construction trad. sciage
Guinéen	Forestier			ferralitiques	itinérante/brûlis manioc, banane, riz pluvial cacao, café	sédentaire de villages	chauffage construction trad. sciage
Altitude	Plateau (800 à 1500 m)	1400 à 1600	7 à 10	ferralitiques	itinérante (manioc, sorgho, maïs)	transhumant (zébus) + sédentaire	chauffage construction trad.
	Altimontain (1500 m et +)	1600 à 3000	10 à 12	andins	itinérante maïs pomme-de-terre	transhumant (zébus)	chauffage construction trad.

humaines majeures en agriculture, élevage et forêts.

La végétation des pâturages est spécifiée, tant par son aspect physionomique, que par les dominantes floristiques des strates ligneuse et herbacée ainsi que la production moyenne herbacée.

I. 2 Physionomie des pâturages

Une nomenclature adaptée des types physionomiques des pâturages tropicaux peut être proposée en tenant compte des définitions des types de végétation adoptées à la réunion de Yangambi (1956), de la classification des pâturages proposée pour l'Afrique de l'Est en 1966 et de la classification internationale de la végétation proposée par l'U.N.E.S.C.O. (1973) :

• Steppe (*short grassland*)

Le terme « steppe » appliqué à la végétation tropicale concerne un type physionomique caractérisé par un couvert herbacé où les plantes annuelles abondent alors que les plantes vivaces sont rares et espacées. Les graminées vivaces, lorsqu'elles existent ont des feuilles étroites, enroulées ou repliées et surtout basales (localisées au niveau du sol). Le couvert herbacé ne dépasse pas, habituellement, 80 cm de hauteur.

Une **steppe xérophile** est caractérisée par la présence de graminées annuelles adaptées à la sécheresse avec des feuilles étroites, pouvant se replier ou s'enrouler.

Une **steppe mésophile** est caractérisée par l'abondance de graminées annuelles peu

DES PÂTURAGES TROPICAUX.

Végétation			Dominantes floristiques		Production M.S.	
Physionomie générale	Variantes édaphiques		Ligneux	Herbacés	Rendement kg/ha/an	Productivité kg/ha/jour
	Substrat (terrain)	Physionomie				
steppe contractée	épandages nappes sableuses	steppe contractée steppe contractée	<i>Acacia ehrenbergiana</i> <i>Acacia tortilis</i>	<i>Panicum turgidum</i> <i>Stipagrostis pumgens</i>		
steppe contractée	épandages nappes sableuses	steppe contractée steppe contractée	<i>Acacia ehrenbergiana</i> <i>Acacia tortilis</i>	<i>Panicum turgidum</i> <i>Panicum turgidum</i>	500 400	
steppe xérophile	dunes à relief dunes arasées glacis colluviaux squelettique inondable	steppe arbustive steppe arbustive steppe arbustive steppe arbustive prairie aquatique	<i>Acacia senegal</i> <i>Acacia tortilis</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Commiphora africana</i> 0	<i>Aristida sieberana</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i> <i>Aristida adscensionis</i> <i>Echinochloa stagnina</i>	1000 1500 2000 500 6000	3 (exondé)
steppe mésophile	dunes à relief dunes arasées glacis colluviaux squelettique inondable	steppe arbustive steppe arbustive steppe arbustive steppe arbustive prairie aquatique	<i>Combretum glutinosum</i> <i>Sclerocarya birrea</i> <i>Acacia seyal</i> <i>Pterocarpus lucens</i> 0	<i>Cenchrus biflorus</i> <i>Eragrostis tremula</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Echinochloa stagnina</i>	1500 1200 3000 800 15000	10 (exondé)
steppe mésophile	pénéplaine glacis colluviaux squelettique	steppe boisée savane panachée steppe arbustive	<i>Combretum glutinosum</i> <i>Pilosostigma reticulatum</i> <i>Combretum mucronatum</i>	<i>Diheteropogon hagerupii</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Loudetia togoensis</i>	1500 2000 800	2 (SS)*
savane boisée	pénéplaine glacis colluviaux squelettique	savane boisée savane verger steppe arborée	<i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Butyrospermum paradoxum</i> <i>Combretum nigricans</i>	<i>Diheteropogon hagerupii</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Andropogon pseudapricus</i>	2000 2500 800	30 (SP)*; 2 (SS)
forêt claire	pénéplaine glacis colluviaux vallées inondables subaquelettique squelettique	forêt claire forêt claire savane herbeuse savane arborée savane arbustive	<i>Pterocarpus erinaceus</i> <i>Daniellia oliveri</i> 0 <i>Isobertia doka</i> <i>Combretum glutinosum</i>	<i>Diheteropogon amplexans</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Hyparrhenia rufa</i> <i>Andropogon acinodis</i> <i>Loudetia simplex</i>	3000 3000 8000 2000 1500	11 (SP); 1 (SS) 15 (SS)
forêt dense sèche forêts-galeries savanes arborées	profond limo-arg. sableux subaquelettique	savane arbustive savane arborée savane arbustive	<i>Croseteryx febrifuga</i> <i>Lophira lanceolata</i> <i>Hymenocardia acida</i>	<i>Hyparrhenia diplandra</i> <i>Hyparrhenia smythiana</i> <i>Loudetia arundinacea</i>	13000 3000 2500	12 (SP); 7 (SS) 5 (SS)
forêt dense humide	sableux	savane arbustive savane anthropique	<i>Annona senegalensis</i> <i>Trema guineensis</i>	<i>Brachiaria brachylopha</i> <i>Imperata cylindrica</i>	3500	20 (SP)
savane boisée	profond squelettique	savane boisée savane arbustive	<i>Daniellia oliveri</i> <i>Burkea africana</i>	<i>Hyparrhenia rufa</i> <i>Loudetia simplex</i>	4000 1500	12 (SP)
savane herbeuse forêt dense	profond	savane herbeuse	0	<i>Sporobolus africanus</i>		

* (SS) = saison sèche ;

** (SP) = saison des pluies.

Rectificatif : 4^e colonne, 13^e ligne, Lire : *Sclerocarya*.

adaptées à la sécheresse avec des feuilles larges et étalées.

Une **steppe contractée** ne recouvre pas l'ensemble du paysage mais elle est constituée de lambeaux de tapis herbacé localisés aux substrats les plus favorables à la végétation (couloirs d'écoulement, cônes d'épandage des eaux pluviales...).

• Savane (*tall grassland*)

Le terme « savane » s'applique à un type de végétation caractérisé par un couvert herbacé d'au moins 80 cm de hauteur où les espèces se répartissent en deux strates (supérieure et inférieure). Les graminées y sont en majorité vivaces, à feuilles basilaires et caulinaires (insérées sur les tiges) ; la plupart forment des touffes isolées, dont les tiges, atteignant leur

pleine croissance, constituent une couche plus ou moins continue qui brûle ordinairement chaque année.

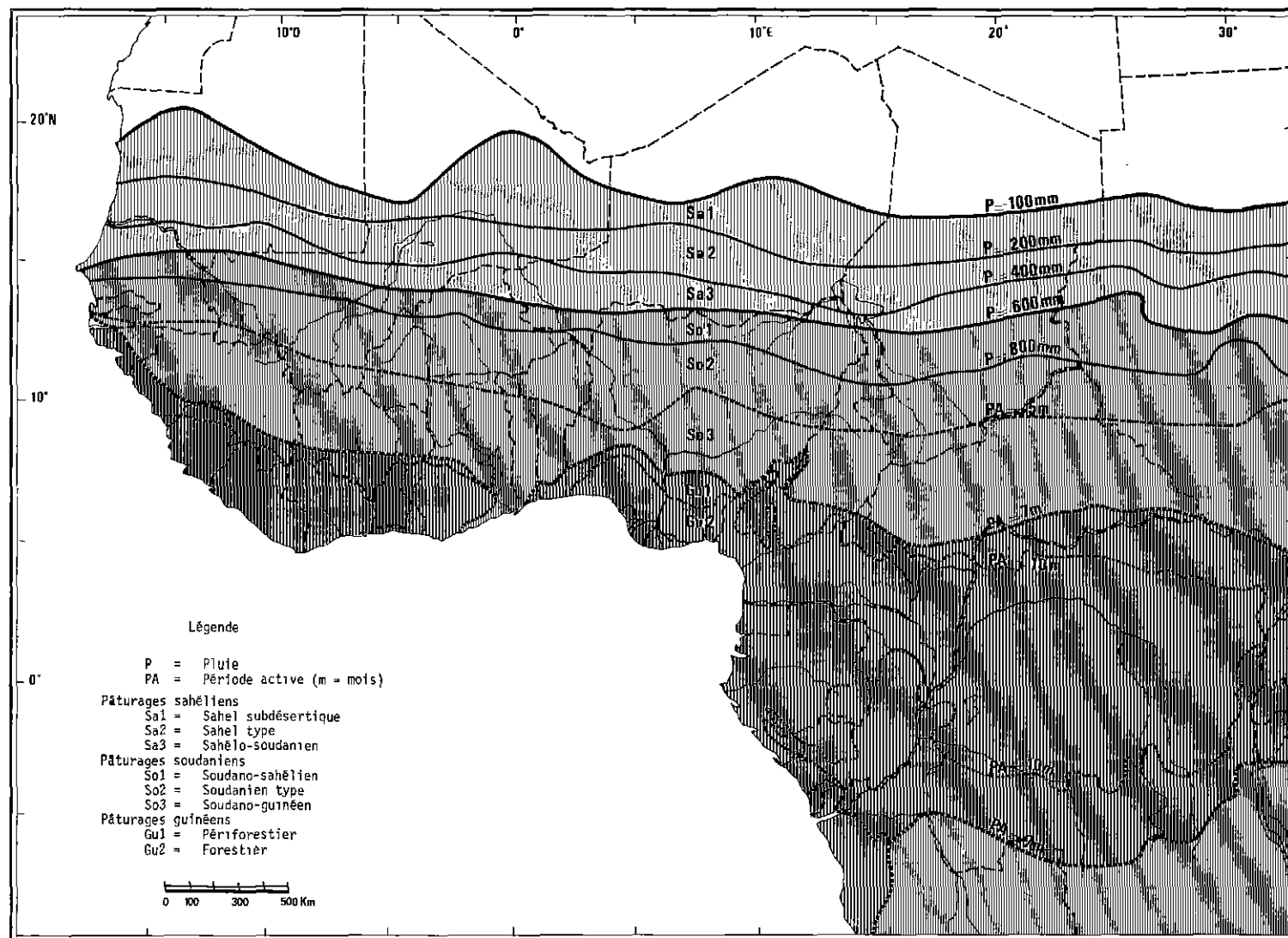
Une **savane panachée** (*mixed grassland*) est une formation herbeuse basse de type steppe parsemée de graminées vivaces hautes à feuilles planes et larges.

La présence et l'importance du couvert ligneux permet de compléter la nomenclature des formations herbeuses :

— une steppe ou une savane est **herbeuse** (*grassland*) lorsque les espèces ligneuses, arbres ou arbustes, sont absentes ou présentent un couvert (*canopy*) inférieur à 2 p. 100 (*) ;

(*) Un couvert ligneux de 2 p. 100 correspond à une population à l'ha de 50 individus à couronne de 2 m de diamètre, ou 12 individus de 4 m de diamètre, ou 3 individus de 8 m de diamètre.

CARTE DES PÂTURAGES



— une steppe ou une savane est **arborée** (*wooded grassland*) lorsque les arbres et arbustes ont un couvert généralement clair occupant moins de 20 p. 100 du terrain (*) ;

— une savane arborée peut être dénommée **savane-verger** (*orchard grassland*) lorsque les arbres qu'elle présente sont isolés mais de belle taille parce que conservés lors des défrichements pour la mise en culture ;

— une steppe ou une savane est **arbustive** (*bushland*) lorsque les arbustes à troncs indifférenciés et de taille inférieure à 5 m présentent un couvert compris entre 20 et 40 p. 100 ;

— une steppe ou une savane arbustive est à **fourrés** (*bushland thicket*) lorsque les arbustes se regroupent en formation arbustive fermée qu'un homme ou un grand ongulé traverse difficilement, les branches des végétaux ligneux de toute taille étant profondément imbriqués à tous les niveaux ;

— une steppe ou une savane est **boisée** (*grassed woodland*) lorsque les arbres à troncs bien différenciés et de taille généralement supérieure à 5 m présentent un couvert compris entre 20 et 40 p. 100.

La formation végétale devient une **forêt claire** (*woodland*) lorsque le couvert des arbres reste ouvert bien que supérieur à 40 p. 100 et que subsiste sous les cimes non jointives un tapis graminéen lâche et souvent discontinu.

La forêt devient une **forêt dense** (*closed forest*) lorsque les cimes sont jointives avec un couvert apparent de la strate arborée dépassant 90 p. 100 et il n'y a plus de tapis graminéen.

II. CRITERES DE CONTROLE CONTINU DES PATURAGES TROPICAUX

Le contrôle continu des pâturages tropicaux doit être adapté aux grandes unités de la classification : pâturages sahéliens, soudaniens et guinéens (carte).

Pâturages sahéliens

Désert saharien

Avec une pluviosité annuelle inférieure à

(*) Un couvert ligneux de 20 p. 100 correspond à une population à l'ha de 500 individus de 2 m de diamètre ou 125 individus de 4 m de diamètre ou 30 individus de 8 m de diamètre.

100 mm, le désert saharien reçoit des pluies aléatoires, soit tropicales en saison chaude (été), soit océaniques en saison froide (hiver). Ces pluies locales permettent le développement de plantes à cycle court (quelques semaines) qui s'ajoutent par intermittence aux pâturages permanents de graminées vivaces sur substrats favorables grâce à un apport d'eau complémentaire (collecte des eaux de ruissellement).

Des éleveurs nomadisent dans cette zone au gré des pluies et des puits avec des troupeaux de chameaux, de caprins et d'ovins.

A l'inventaire des puits et des pâturages permanents doit s'ajouter la détection des pâturages d'éphémères en surveillance continue.

Secteur sahélo-saharien

Avec une pluviosité annuelle comprise entre 100 et 200 mm, la végétation du secteur sahélo-saharien est limitée aux substrats à bilan hydrique amélioré par collecte des eaux pluviales et se présente en steppes contractées sur épandage sablo-limoneux ou nappes sableuses.

Les espèces ligneuses sont généralement réparties uniformément avec un couvert inférieur à 2 p. 100 et les « steppes contractées herbeuses » sont dominées par des graminées vivaces xérophiiles en touffes, les espaces libres étant colonisés par un tapis d'annuelles à faible recouvrement. La biomasse herbacée peut atteindre 400 kg de M. S. à l'hectare enherbé représentant 20 jours/an de pâture d'un U. B. T. (**).

Les fourrages produits sur ces parcours sont surtout utilisés par des nomades propriétaires de chameaux, ovins et caprins, avec abreuvement à des puits. Lorsque ces parcours s'étendent sur de grandes surfaces d'épandage, avec mares temporaires, ils sont l'objet des grandes transhumances sahéliennes de saison des pluies, surtout s'il existe des sites de « cure salée » à proximité.

La végétation de ces parcours se révèle être assez stable sous exploitation car la charge

(**) U. B. T. = Unité Bovin Tropical de 250 kg à l'entretien, avec les correspondances suivantes : 1 bovin recensé = 1 dromadaire = 0,8 U. B. T. ; 1 ovin = 1 caprin = 0,1 U. B. T. Compte tenu de la perte de biomasse herbacée en saison sèche dépassant 40 p. 100 et de la nécessité du maintien d'un reliquat jusqu'aux pluies, le 1/3 de la biomasse est considéré comme consommable, la consommation journalière de l'U. B. T. étant estimée à 6,25 kg de M. S. (Matières sèches).



Photo 1. — Pâturage sahé-
lien sur terrain sablonneux,
steppe xérophile à *Acacia*
tortilis et *Cenchrus bifulorus*.



Photo 2. — Pâturage sou-
danien de transition, sur
terrain sablonneux, steppe
mésophile à *Combretum glu-
tinosum* et *Diheteropogon*
hagerupii.



Photo 3. — Pâturage sou-
dano-guinéen sur terrain gra-
villonnaire, savane boisée à
Burkea africana et *Andropo-
gon ascinodis* après feux.

Photo 4. — Pâturage soudano-guinéen sur terrains pénéplanés, forêt claire à *Pterocarpus erinaceus* et *Pennisetum subangustum*.

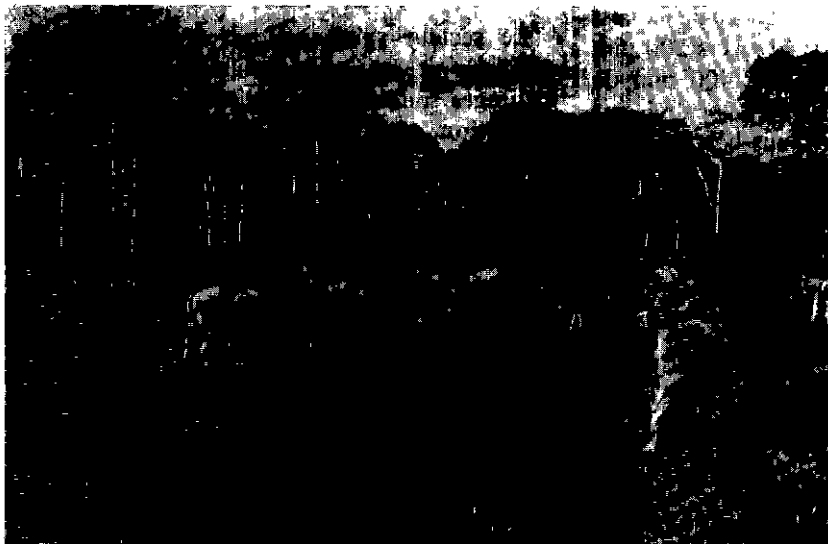


Photo 5. — Pâturage guinéen périforestier sur terrain sablonneux, savane herbeuse à *Hyparrhenia smithiana* et galerie forestière.

effective demeure généralement faible. Par contre, des périodes de sécheresse sont susceptibles d'entraîner la mort des ligneux, de favoriser l'éolisation des placages sableux et d'entraîner une véritable « désertification ».

Secteur sahélien

En secteur sahélien recevant une pluviosité moyenne annuelle comprise entre 200 et 400 mm, la végétation peut être différenciée selon les principales unités géomorphologiques : dunes à relief accusé, dunes arasées, glacis colluviaux, terrains squelettiques, prairies inondables.

Sur terrains sablonneux, le couvert ligneux ne

dépasse pas 5 p. 100 avec deux espèces principales : *Acacia senegal* ou *Acacia tortilis*. La productivité augmente du Nord au Sud avec la pluviosité et varie le long des toposéquences. Elle est d'autant plus forte que les séquences à pente faible prédominent dans le modelé : 500 kg/ha de M. S. au Nord à 1 500 kg au Sud sur crêtes pour 650 à 2 000 kg sur pentes faibles. Le couvert herbacé sur sable semble instable, avec présence de nombreuses plages durcies et dénudées par ablation du sol superficiel en « coups de cuiller ». La capacité de charge est estimée à 17 jours/an/ha géographique de pâture d'un U. B. T. vers l'isohyète 200 mm et à 57 jours vers 400 mm de pluie (20 à 6 ha/an/U. B. T.).

Sur glacis colluviaux, le couvert ligneux est hétérogène et constitue, localement, une forêt claire basse (2 à 3 m de hauteur) à *Acacia ehrenbergiana* vers 200 mm de pluie ou à *Acacia seyal* vers 400 mm de pluie. Le couvert herbacé est dense et dominé localement par *Panicum laetum* ou *Schoenefeldia gracilis*. La biomasse herbacée aérienne peut varier de 1 à 3 t/ha de M. S. ; la charge théorique en bétail est en moyenne de 70 jours/an de pâture d'un U. B. T. (5 ha/an/U. B. T.) mais le tapis herbacé peut disparaître par suite du colmatage dû à une érosion en nappe assez vive sur certains parcours, diminuant d'autant la production.

Sur terrains squelettiques, la végétation est une steppe arbustive contractée avec répartition en taches sur replats, ruptures de pente ou micro-dépressions situées entre les filons de roches affleurantes. Le couvert ligneux est dominé par *Commiphora africana* vers 200 mm de pluie, *Pterocarpus lucens* vers 400 mm de pluie et *Grewia bicolor* surtout localisé sur micro-dépressions, avec un sous-bois herbacé dominé par *Aristida adscensionis* au Nord et *Andropogon pseudapricus* au Sud. La biomasse herbacée est estimée à 500 kg/ha de M. S. sur plages enherbées correspondant à 10 j/an/ha géographique de pâture d'un U. B. T. mais ce parcours est surtout recherché pour les productions ligneuses appréciées (feuilles vertes et sèches).

Les prairies inondables ou bourgoutières des hauts-fonds des rivières et des grandes mares sont exploitables à la décrue et après exonation. La biomasse herbacée produite par *Echinochloa stagnina* peut atteindre 6 t/ha de M. S. correspondant à 257 j/an de pâture d'un U. B. T. (0,6 ha/U. B. T. pour la période de pâture en saison sèche). Cependant, le bourgou n'occupe pas toute l'étendue des plaines inondables : des variations de texture du sol, de hauteur et de durée d'inondation, de vitesse de l'eau et l'extension des rizières abandonnées entraînent l'implantation d'autres graminées plus agressives mais moins consommées comme le riz sauvage à rhizomes.

Les parcours les plus vulnérables, les plus rares, donc les plus exploités, sont les parcours sur glacis colluviaux qui sont fréquemment sujets à colmatage entraînant mort des ligneux et disparition du couvert herbacé. Ces parcours peuvent être régénérés par scarifiage discontinu en courbes de niveau.

Le contrôle continu des parcours sahéliens devrait donc avoir pour objectifs :

a) inventaire et cartographie des différents parcours édaphoclimatiques ;

b) inventaire et localisation des divers points d'abreuvement et des cures salées ;

c) inventaire et cartographie des terrains cultivés ;

d) contrôle de l'évolution des parcours : le couvert ligneux, le couvert herbacé total, le taux d'occupation des plages dénudées par ablation, sur sables, le taux d'occupation de plages dénudées par colmatage, sur glacis limoneux, le taux d'extension des feux de brousse.

Pâturages soudaniens

Faciès de transition

Le secteur sahélo-soudanien des pâturages sahéliens et le secteur soudano-sahélien des pâturages soudaniens constituent des **faciès de transition** avec une pluviosité moyenne annuelle comprise entre 400 et 800 mm, des pâturages à dominance d'annuelles et une forte occupation du sol par les cultures itinérantes.

Sur terrains sablonneux, le couvert ligneux à feuilles larges et caduques (Combrétacées) augmente du Nord au Sud (5 à 30 p. 100) avec les graminées d'ombrage telles que *Pennisetum pedicellatum* alors que le terrain ensoleillé porte une savane panachée où coexistent la graminée annuelle *Diheteropogon hagerupii* et la vivace *Andropogon gayanus*. La biomasse herbacée appréciable varie de 1 000 à 1 500 kg/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 50 à 70 j/an/ha de pâture d'un U. B. T.

Sur glacis colluviaux, le couvert ligneux s'épaissit avec *Acacia seyal* au Nord puis des arbres à feuilles larges et caduques au Sud telles que *Butyrospermum paradoxum* et *Parkia biglobosa* et la savane panachée est de plus en plus dominée par *Andropogon gayanus*. La biomasse herbacée peut atteindre 3 t/ha de M. S. dont 2 t appréciables et la capacité de charge est estimée à 95 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (4 ha/an/U. B. T.).

Sur terrains squelettiques, le couvert ligneux souvent hétérogène peut tendre au Nord vers une forêt claire basse à *Combretum micranthum* et *Pterocarpus lucens* à l'Ouest du Niger alors que *Croton zambesicus* et *Gardenia sokotensis* se rencontrent à l'Est. La végétation prend sou-

vent l'aspect d'une « Brousse Tigrée » correspondant à une steppe contractée réduite à des bandes de fourrés coïncidant plus ou moins aux dépressions et crêtes du micro-relief, alors que les pentes sont dénudées avec épandage de gravillons en amont et colmatage en piémont. La végétation herbacée est de type contracté avec *Loudetia togoensis* sur pentes peu prononcées et gravillons sous-jacents, *Andropogon pseudapricus* sur replats à sol plus épais et *Pennisetum pedicellatum* en stations ombragées. La biomasse herbacée appétible est estimée à 800 kg/ha de M. S. sur environ 40 p. 100 de la surface géographique et la capacité de charge est réduite à 20 j/an/ha de pâture d'un U. B. T.

La culture de mil et d'arachide prend une grande extension sur terrains pénéplanés et glacis colluviaux, les résidus de récoltes étant consommés sur le champ par les troupeaux villageois auxquels s'ajoutent les troupeaux de grande transhumance en provenance du Sahel.

Au Nord, les terres cultivées peuvent se dégrader par suite des cultures répétées d'autant plus que le sol peut n'être qu'insuffisamment protégé par les cultures pendant les pluies et qu'il est soumis en saison sèche à une intense érosion éolienne, surtout après élimination des résidus de récoltes par le bétail qui, en même temps, augmente la fragilité du sol par piétinement. Au Sud, la préservation d'espèces ligneuses utiles, au moment de la mise en cultures, donne aux terres cultivées et aux terres abandonnées, un aspect caractéristique de verger d'où le terme de « savane-verger », par lequel elles peuvent être désignées. Les parcours fréquentés en saison des pluies et en particulier les glacis colluviaux à texture dominée par les sables fins et les limons, présentent rapidement des plages stériles et colmatées où ne subsiste que la graminée naine *Microchloa indica* qui signale un stade de dégradation critique précédant de peu l'ablation de l'horizon superficiel du sol, avec disparition du tapis herbacé et dépérissement des ligneux. La fréquence des feux courants et la tendance au colmatage font qu'il n'y a pas embroussaillage des parcours dans ce secteur.

Le contrôle continu de ces pâturages devrait permettre de surveiller l'extension des surfaces cultivées, celle des pâturages effectivement exploités en saison des pluies et en saison sèche et leur état. Pour parvenir à ces fins, il faudrait atteindre les objectifs suivants :

— inventaire et cartographie des formations végétales liées aux conditions édaphiques ;

— inventaire et localisation des possibilités d'abreuvement de saison des pluies et de saison sèche ;

— contrôle de l'extension des terres cultivées : Implantation des villages et des campements saisonniers de cultures ; superficie effectivement en culture ; jachères et terres abandonnées (faciès savane-verger).

— contrôle des parcours : parcours effectivement exploités en saison des pluies ; extension des parcours dégradés par colmatage, décapage ; extension des graminées vivaces ; couvert ligneux en trois classes : nul, arboré, arbustif.

— contrôle des feux : taux d'extension des feux précoces ; taux d'extension des feux de pleine saison sèche.

Secteur soudanien

En secteur soudanien, la pluviosité moyenne annuelle est comprise entre 800 et 1 000-1 200 mm et la période active des pâturages est inférieure à 5 mois.

Sur terrains pénéplanés, la végétation ligneuse est représentée par de nombreuses espèces soudaniennes et son couvert important peut dépasser 40 p. 100 et tendre à la « forêt claire » avec *Anogeissus leiocarpus*. Le tapis herbacé reste dominé par les graminées annuelles dont *Diheteropogon hagerupii*, malgré la présence de deux vivaces localisées aux taches ensoleillées : *Andropogon gayanus* et *Diheteropogon amplexans* ; *Pennisetum subangustum*, graminée annuelle, domine en sites ombragés. La biomasse herbacée appétible peut atteindre 2 t/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 95 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (4 ha/an/U. B. T.).

Sur glacis colluviaux, des espèces typiquement soudaniennes comme *Piliostigma thonningii* et *Terminalia macroptera*, s'ajoutent aux espèces du secteur soudano-sahélien. La biomasse herbacée appétible à dominance d'*Andropogon gayanus* peut atteindre 2 500 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 120 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (3 ha/an/U. B. T.).

Avec l'augmentation des pluies, les rivières débordent fréquemment en fin de saison plu-

vieuse sur une terrasse alluviale basse, colonisée par une savane herbeuse où dominant, selon l'importance de l'inondation, *Hyparrhenia rufa* en bordure, *Anadelphia afzeliana*, *Panicum fluviicola* et *Setaria sphacelata* à une cote inférieure. La biomasse herbacée appétible peut atteindre 8 t/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 380 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (1 ha/an/U. B. T.).

Sur terrains squelettiques gravillonnaires, végétation et production sont identiques au secteur soudano-sahélien, malgré l'apparition de quelques taches localisées de la graminée vivace *Schizachyrium sanguineum*.

A l'exception des régions où sévissent des endémies freinant les établissements de villages comme l'onchocercose et la trypanosomiase, le taux d'occupation des sols est important avec cultures de mil, sorgho, arachide, coton. La culture de riz est également en extension sur terrains inondables avec quelques aménagements sommaires pour maîtriser l'eau. Si les troupeaux de grande transhumance sahélienne n'atteignent que rarement ce secteur, les troupeaux villageois sont nombreux.

Les résidus de récoltes ainsi que les repousses de riz et d'adventices de rizières, comme *Paspalum orbiculare*, constituent les bons pâturages de saison sèche, alors que les parcours après feux ne peuvent supporter que de faibles charges (10 ha/U. B. T.), car les feux habituels sont des feux de pleine saison sèche qui détruisent la biomasse herbacée et ne permettent que de faibles regains sauf sur les terrasses basses.

Le contrôle continu des pâturages soudaniens devrait avoir pour objectifs :

- inventaire et cartographie des formations végétales liées aux conditions édaphiques ;

- inventaire et localisation des possibilités d'abreuvement de saison des pluies et de saison sèche ;

- contrôle de l'extension des terres cultivées : implantation des villages et des campements saisonniers de cultures ; superficie effectivement en cultures (en sec et irrigué) ; jachères et terres abandonnées (faciès savane-verger) ;

- contrôle des parcours : parcours effectivement exploités en saison des pluies ; extension des parcours dégradés par colmatage ; extension

des graminées vivaces ; couvert ligneux en 5 classes : nul, arboré, arbustif, boisé, forêt claire ;

- contrôle des feux : taux d'extension des feux précoces ; taux d'extension des feux de pleine saison sèche.

Secteur soudano-guinéen

Le secteur soudano-guinéen reçoit entre 1 000-1 200 et 1 300-1 500 mm de pluie et la période active des pâturages varie de 5 à 7 mois. Il se superpose pratiquement à l'aire d'extension potentielle des « forêts claires » de la carte de KEAY et AUBREVILLE (1959).

Sur terrains pénéplanés, la végétation ligneuse est représentée par une foule d'espèces soudaniennes dont les plus caractéristiques sont *Isobertlinia doka* et *Pterocarpus erinaceus*. Le couvert peut dépasser 60 p. 100, constituant une « forêt claire ». Le tapis herbacé est alors constitué de graminées vivaces en « savane boisée » avec *Andropogon ascinodis*, *Diheteropogon amplexans* sur taches ensoleillées alors qu'*Andropogon tectorum* et *Pennisetum subangustum* colonisent les sites ombragés. La biomasse herbacée en savane boisée et forêt claire peut atteindre 3 t/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 145 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (2,5 ha/an/U. B. T.).

Sur glacis colluviaux, la végétation ligneuse est représentée par un nombre encore plus élevé d'espèces soudaniennes avec codominance de *Daniellia oliveri* et *Terminalia laxiflora*. En savane boisée, la biomasse herbacée atteint 3 t/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 145 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (2,5 ha/an/U. B. T.).

Les bords de rivières, surtout sur sites encaissés, sont colonisés par des forêts galeries, alors que les vallées élargies inondables sont occupées par des savanes herbeuses, avec une capacité de charge estimée à 1 ha/an/U. B. T.

Sur terrains squelettiques cuirassés, les plages de cuirasse affleurante sont parsemées de taches à sol peu épais colonisé par une savane panachée de graminées vivaces : *Andropogon ascinodis* et *Loudetia simplex*, mais sur terrains squelettiques gravillonnaires, les espèces ligneuses sont nombreuses avec dominance de *Burkea africana* et le sous-bois herbacé de cette savane boisée est constitué de graminées vivaces avec dominance d'*Andro-*

pogon ascinodis et *Schizachyrium sanguineum*. La biomasse herbacée peut atteindre 2 t/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 95 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (4 ha/an/U. B. T.).

Les cultures itinérantes sont installées sur jachères forestières après débroussaillage et anelage des arbres : igname, maïs, sorgho, coton. La mise en repos des terres cultivées peut durer jusqu'à 8 ans avec régénération grâce au cycle de réinstallation de la végétation naturelle : graminées annuelles puis graminées vivaces avec multiplication des ligneux au stade rejets, gaulis puis perchis. L'élevage est traditionnellement une activité secondaire, le troupeau villageois constituant plutôt une forme d'épargne. Les bovins sont des taurins trypanorésistants alors que les rares zébus doivent être protégés par chimioprévention. Les bovins pâturent pendant la période des cultures sous gardiennage, de préférence sur les terrains squelettiques mais aussi sur terrains pénéplanés, en faciès boisé ou forêt claire et sur jachères herbeuses. En saison sèche, les parcours, aux hautes graminées difficilement pénétrables, sont mis en état de pâture par des feux successifs adaptés aux situations écologiques.

Avec l'extension de la culture attelée et des besoins en viande, cet élevage de cueillette tend à faire place à une véritable spéculation élevage, avec contrôle des feux sur parcours, contrôle de l'embroussaillage, en particulier des espèces drageonnantes comme *Daniellia oliveri* et *Detarium microcarpum* et préservation des ligneux fourragers comme *Gardenia erubescens* et *Pterocarpus erinaceus*. L'amélioration de l'alimentation des bœufs de culture attelée et un début d'embouche paysanne sont facilités par l'introduction d'espèces fourragères en jachères et sur terrasses basses telles que *Stylosanthes guyanensis*. La pâture répétée de saison des pluies peut entraîner l'affaiblissement des graminées vivaces recherchées par le bétail, dénudation du sol en plages avec colmatage, dégradation signalée par l'apparition de *Microchloa indica*. Parallèlement, l'élimination du stock de pailles par pâture de saison des pluies réduit les possibilités de passage des feux et leur impact, ce qui favorise l'embroussaillage.

Les possibilités de développement de l'élevage extensif sont limitées aux formations végétales pâturables : savanes herbeuses,

savanes boisées, forêts claires, alors que les forêts denses et les galeries ne sont pas pâturables et favorisent au contraire la trypanosomiase, même chez les taurins en cas d'infestation massive. La prédominance de terres cultivées sur un terroir devient aussi une entrave à l'élevage en réduisant les possibilités de pâture de saison des pluies.

Le **contrôle continu** des pâturages soudano-guinéens devrait permettre de contrôler l'extension des formations végétales utilisables en élevage extensif et celles le contrecarrant, ainsi que l'extension des terres cultivées mais aussi des prairies cultivées et des parcours aménagés, ce qui fixe comme objectifs :

- inventaire et cartographie des formations végétales liées aux conditions édaphiques, formations utilisables pour l'élevage : savane herbeuse, savane boisée, forêt claire ; formations contrecarrant l'élevage : forêt galerie, forêt dense ;

- inventaire et localisation des possibilités d'abreuvement de saison des pluies et de saison sèche ;

- contrôle de l'extension des terres cultivées : implantation des villages ; superficies effectivement cultivées ; jachères et terres abandonnées : savane herbeuse, savane arborescente ; extension des prairies cultivées ;

- contrôle des parcours : parcours exploités en saison des pluies ; parcours dégradés par colmatage ; degré d'embroussaillage ; parcours aménagés (déboisés) ;

- contrôle des feux : taux d'extension des feux très précoces ; taux d'extension des feux précoces ; taux d'extension des feux de pleine saison sèche.

Pâturages guinéens et d'altitude

Secteur périforestier

Le secteur périforestier reçoit une pluviosité moyenne annuelle comprise entre 1 300 et 1 600 mm et la période active des pâturages varie entre 7 et 10 mois

Le paysage de ce secteur est caractérisé par une combinaison très imbriquée de forêts denses et de savanes en relation avec les conditions édaphiques, mais aussi avec l'élimination de lambeaux forestiers par suite de défrichements pour mise en cultures. Peuvent donc coexister

forêts denses primaires ou secondarisées, savanes édaphiques et savanes d'origine anthropique.

Les terrains pénéplanés et plateaux à sol profond, sont habituellement recouverts par une forêt dense sèche à *Ceiba pentandra* (Fromager). Cette forêt est fréquemment remplacée par une « savane arbustive », probablement d'origine anthropique et maintenue actuellement par les feux très violents de pleine saison sèche. Ces savanes de substitution présentent un couvert ligneux assez faible ne dépassant pas 30 p. 100 avec des arbres et arbustes au tronc tortueux. Le tapis herbacé est constitué de graminées vivaces en grosses touffes telles que *Hyparrhenia diplandra* généralement espacées mais dont les chaumes se réunissent en nappe pratiquement continue au moment de la montaison. La biomasse herbacée appétible peut atteindre 13 t/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 600 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (0,5 ha/an/U. B. T.).

Sur terrains squelettiques gravillonnaires, la végétation est constituée par une savane arbustive avec un couvert ligneux d'environ 30 p. 100 représenté en particulier par *Hymenocardia acida*. Le couvert herbacé, à base de graminées vivaces, est dominé par *Loudetia arundinacea*. La biomasse herbacée appétible est évaluée à 2 500 kg/ha de M. S. correspondant à 120 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (3 ha/an/U. B. T.).

Sur terrains sablonneux, la végétation est une « savane arborée » avec couvert lâche d'espèces ligneuses ne dépassant pas 10 p. 100 et dominée par *Lophira lanceolata*. Le couvert herbacé est composé par de nombreuses graminées vivaces dominées par *Hyparrhenia smithiana*. La biomasse herbacée appétible est évaluée à 2 500 kg/ha de M. S., correspondant à 120 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (3 ha/an/U. B. T.).

Les vallées sont pratiquement toutes colonisées, surtout lorsqu'elles sont encaissées par des galeries forestières.

La population du secteur périforestier est une population forestière pratiquant une agriculture traditionnelle sur brûlis de forêt avec annelage des grands arbres. En tête d'assolement, est installé l'igname, puis des cultures céréalières (maïs, riz pluvial) enfin du manioc

précède la mise en jachère forestière avec complantation de bananier pour la production de bananes-fruités et surtout de bananes à cuire.

L'élevage traditionnel bovin se réduit à quelques têtes de taurins pâture aux abords immédiats du village et sur les faciès enherbés des jachères récentes à *Panicum maximum* (herbe de Guinée) ou à *Pennisetum purpureum* (herbe à éléphant). L'abondance des savanes encore inutilisées est un attrait pour les éleveurs transhumants des régions d'altitude voisines (Guinée, Nigéria, Cameroun, Centrafrique) et parallèlement des projets de développement de l'élevage y sont implantés sous forme de « ranches » ou grandes unités d'élevage extensif. Le cycle saisonnier et la pluviosité abondante sont favorables à une intensification de l'élevage grâce à la culture de plantes fourragères.

Les parcours exploités en saison des pluies ou exploités par rotation avec protection contre les feux ont tendance à s'embroussailler. Les termitières géantes et les stations surélevées sont particulièrement recherchées par le bétail et ces sites sont rapidement dénudés par piétinement, ce qui provoque des départs d'érosion avec colmatage en nappe sur pentes faibles et ravinement en rigoles sur pentes plus fortes. Il en résulte que le contrôle continu des pâturages périforestiers doit, d'une part concerner une réactualisation des statistiques agricoles (terres emblavées, prairies cultivées) et d'autre part, contrôler l'évolution des savanes exploitables comme parcours extensifs et améliorés en prenant en considération le degré d'embroussaillage et l'extension des surfaces dégradées par érosion d'où les objectifs suivants :

— inventaire et cartographie des formations végétales liées aux conditions édaphiques : formations utilisables par l'élevage : savanes herbeuses, savanes arbustives, savanes arborées, savanes boisées (avec une largeur au moins égale au km) ; savanes d'une largeur inférieure au kilomètre et nécessitant une protection particulière contre les trypanosomiasés ; formations contrecarrant l'élevage : forêt-galeries, forêts denses, forêts claires ;

— inventaire et localisation des possibilités d'abreuvement (facilités d'accès, protection sanitaire...) ;

— contrôle de l'extension des terres cultivées : implantation des villages ; superficies

effectivement cultivées ; jachères herbeuses ; extension des prairies cultivées.

— contrôle des parcours : parcours effectivement exploités ; parcours dégradés par érosion ; degré d'embroussaillage (faciès arboré, arbustif, boisé, forêt claire) ; parcours aménagés (déboisés) ;

— contrôle des feux : extension des feux de petite saison sèche ; extension des feux de grande saison sèche.

Secteur forestier

Ce secteur reçoit plus de 1 600 mm de pluie avec une période active des pâturages supérieure à 10 mois. C'est le domaine de la forêt dense humide en massif continu, mais où s'individualisent de petites clairières de savanes, dont l'origine est probablement anthropique, avec dominance d'*Imperata cylindrica*, parsemé de taches de *Panicum maximum* et *Pennisetum purpureum*. De grandes savanes d'origine édaphique se rencontrent dans ce secteur, en particulier sur sables littoraux. Ces savanes sont de type arbustif ou à fourrés avec des espèces ligneuses fréquemment grégaires comme *Annona senegalensis*. Le tapis herbacé est serré mais généralement moins luxuriant qu'en savane périforestière sur sol profond et deux graminées vivaces y dominent : *Brachiaria brachylopha* et *Hyparrhenia diplandra*. La biomasse herbacée appréciable peut atteindre 3 500 kg/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 170 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (2 ha/an/U. B. T.).

Traditionnellement, les bovins sont rares dans les villages de la forêt. Avec l'extension des cultures riches (ananas, bananes, cocotiers, palmiers à huile) leur élevage s'est développé, d'abord pour la production du fumier nécessaire à ces cultures et ensuite pour les revenus complémentaires non négligeables apportés par la vente du bétail pour la boucherie. Dans cette optique, les savanes herbeuses anthropiques sont fauchées pour la litière et le troupeau pâture la plante de couverture (*Pueraria phaseoloides* ou Kudzu sous palmier, *Centrosema pubescens* sous cocotier) avec une charge de 2 ha/U. B. T. et une espérance de gain de poids évaluée à 200 g par jour et par tête.

A la mise en pâture des savanes littorales correspond rapidement un embroussaillage, par suite de la diminution de la concurrence des graminées. En pâture, sous palmiers ou coco-

tiers, la production consommable des plantes de couverture diminue au fur et à mesure de la croissance des arbres et de l'ombre portée, au bénéfice de plantes d'ombrage non consommées comme les fougères mais aussi de graminées comme *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum* et de légumineuses appréciées comme *Desmodium adscendens*. Le contrôle continu des pâturages du secteur se trouve réduit à l'estimation des superficies plantées mais utilisables subsidiairement comme pâturages ainsi qu'au contrôle des savanes édaphiques et de leur degré d'embroussaillage, d'où les objectifs :

— inventaire et cartographie des savanes édaphiques ;

— contrôle du degré d'embroussaillage de ces savanes ;

— contrôle de l'utilisation effective de ces savanes comme pâturages ;

— contrôle de l'extension des plantations (cocotiers, palmiers à huile).

Pâturages d'altitude

La végétation des plateaux est intermédiaire entre celle du secteur soudano-guinéen et celle du secteur périforestier en raison de l'altitude qui tempère en particulier la rigueur de la saison sèche.

Sur terrains profonds, la végétation est de type « savane boisée » avec un couvert moyen de 30 p. 100 et une grande abondance d'espèces ligneuses soudaniennes dominées par *Daniellia oliveri* et abondance de : *Isobertia doka*, *Lophira lanceolata*, *Piliostigma thonningii*.

Le tapis herbacé est constitué de graminées vivaces où codominent : *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *Hyparrhenia diplandra*, *Hyparrhenia rufa*, *Panicum phragmitoides* et *Schizachyrium platyphyllum*. La biomasse herbacée appréciable peut atteindre 4 t/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 190 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (2 ha/an/U. B. T.).

Sur terrains squelettiques gravillonnaires, la végétation est une savane arbustive où les espèces ligneuses soudaniennes sont dominées par *Burkea africana* et *Hymenocardia acida*. Le tapis herbacé est constitué de graminées vivaces où codominent : *Loudetia arundinacea*, *Loudetia simplex*, *Schizachyrium sanguineum*. La

biomasse herbacée appétible est estimée à 1 500 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 70 j/an/ha de pâture d'un U. B. T. (5 ha/an/U. B. T.).

Les vallées sont le plus souvent encaissées par suite de l'érosion remontante et elles sont occupées par des galeries forestières.

Les agriculteurs sédentaires de ces plateaux pratiquent une agriculture itinérante avec défrichement par brûlis des galeries forestières. Il est admis qu'ils pouvaient être beaucoup plus nombreux autrefois, ce qui aurait entraîné un déboisement important des plateaux, favorisant ainsi la venue de pasteurs nomades avec leur bétail de race zébu. Ces pasteurs (bororos, foulbé) pratiquent toujours une transhumance de saison sèche, en préparant les savanes à la pâture par des feux successifs.

Sur les parcours exploités de façon répétée en saison des pluies, les crêtes particulièrement fréquentées par le bétail se dénudent avec colmatage du sol, accélération de l'écoulement de l'eau et ravinement en rigoles accéléré, par la pente généralement assez accusée. La consommation de la production herbeuse réduit les possibilités de passage du feu et surtout sa puissance, ce qui favorise l'embroussaillage à *Harungana madagascariensis* sur terrains profonds et à *Arthrosamanea eriorachis* sur terrains squelettiques gravillonnaires.

En conséquence, le contrôle continu des pâturages de plateaux devrait avoir pour objectifs :

- inventaire et cartographie des formations végétales liées aux conditions édaphiques ;

- contrôle de l'extension des terrains cultivés : en culture traditionnelle ; en culture motorisée ;

- contrôle des parcours : parcours exploités en saison des pluies ; parcours dégradés par érosion, colmatage... ; degré d'embroussaillage des parcours (faciès arboré, arbustif, boisé, forêt claire) ; parcours aménagés (déboisés) ;

- contrôle des feux : extension des feux précoces ; extension des feux de pleine saison sèche.

Les paysages altimontains sont caractérisés par un modelé avec des pentes moyennes à fortes, des lambeaux de forêts denses altimontaines accrochées aux plus fortes pentes, des

vallées occupées par des galeries forestières riches en palmier *Raphia*, des pentes et crêtes recouvertes par une savane herbeuse dominée par les touffes de *Sporobolus africanus*. La biomasse herbacée de cette savane peut être évaluée à 1 500 kg/ha de M. S. correspondant à une capacité de charge de 5 ha/an/U. B. T.

Les agriculteurs montagnards sont très laborieux et ils augmentent progressivement les superficies cultivées en maïs et pommes de terre, au détriment des forêts et savanes. Les savanes herbeuses altimontaines sont recherchées par les pasteurs élevant le zébu et qui ne transhument vers les piémonts que si les parcours ne peuvent plus entretenir un bétail trop nombreux. Habituellement les parcours sont nettoyés des chaumes anciens par un feu en période sèche.

Ces pâturages sont très sensibles à l'érosion qui est favorisée au niveau des layons à bétail empruntant de préférence les lignes de crête. Alors que la savane s'enrichit en *Pennisetum clandestinum* ou kikuyu sur les emplacements de parcs à bétail fortement fumés, les parcours trop chargés ou brûlés trop fréquemment sont envahis par des fougères dont la fougère « grand aigle », par des bruyères ainsi que par de nombreuses espèces arbustives et se transforment ainsi en véritable « lande ».

Le contrôle continu des pâturages altimontains devrait donc avoir essentiellement pour objectifs :

- inventaire et cartographie de la savane herbacée ;

- contrôle de l'extension des parcours dégradés par l'érosion ;

- contrôle de l'extension des faciès de « lande ».

III. EXEMPLE DE CONTROLE CONTINU AU SOL DE PATURAGES SAHÉLIENS

Dans le cadre de l'action complémentaire coordonnée de Lutte contre l'Aridité en Milieu Tropical de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, un test de contrôle continu au sol de pâturages sahéliens a été expérimenté au Gourma malien de novembre 1975 à novembre 1977 correspondant aux saisons des pluies 1975, 1976 et 1977.

L'objectif principal de cette recherche est de définir et tester une méthodologie de terrain à la fois simple et fidèle afin que les opérations de surveillance puissent être réalisées par les chercheurs locaux avec leurs moyens propres. Pour une région dont les grandes unités édapho-climatiques de pâturages sont préalablement décrites et cartographiées, quelques toposéquences caractéristiques peuvent être choisies et contrôlées chaque année après la période de production (fin des pluies) tant pour la composition floristique que pour la productivité. Des enclos de mises en défens peuvent d'ailleurs être prévus là où ils peuvent être surveillés avec efficacité.

Sur une station caractéristique d'un parcours représentatif du secteur, une parcelle d'observation d'environ 30 m sur 30 est délimitée par des marques faites au coupe-coupe sur des troncs d'arbres puis renforcées à la peinture vive. Alors que l'état du couvert ligneux environnant peut être simplement décrit, l'évaluation du couvert herbacé doit être effectué avec précision et la méthode des points quadrats alignés de DAGET et POISSONNET est utilisée avec un attirail simplifié. Un double-décamètre est tendu au-dessus du tapis herbacé et fixé par des ficelles à des piquets de fer à béton entaillés à la scie à métaux. A toutes les graduations multiples de 20 cm (100 sur 20 m) les contacts avec les plantes herbacées sont notés le long d'une tige métallique fine descendue verticalement, mais une espèce ne peut être notée qu'une seule fois pour chaque point de lecture. Si aucune plante n'est touchée le point de lecture est compté comme « sol nu ». Pour le faciès, l'importance de chaque espèce sera exprimée en pourcentage par rapport à l'ensemble des contacts de plantes enregistrées.

La précision des données peut être estimée par le calcul de l'**intervalle de confiance** de la population « tapis herbacé ».

$$\pm 2 \sqrt{\frac{n(N-n)}{N^3}}$$

où n est le nombre de contacts de l'espèce dominante ; N est le total des contacts enregistrés par toutes les espèces.

L'effet du hasard peut être considéré comme éliminé lorsque la précision obtenue atteint 5 p. 100 et 4 lignes successives sont nécessaires pour atteindre cette précision dans l'exemple illustrant la méthode (tabl. II). Ces 4 lignes sont

distribuées au hasard à travers la parcelle sous contrôle.

La **productivité** est estimée en même temps par évaluation de la biomasse sur un plateau de 4 m² choisi à proximité de chaque ligne d'observation. La production est ensuite répartie si possible, en non appétée et appétée (graminées, légumineuses et autres), puis elle est exprimée en matières sèches à l'hectare.

Au Gourma, la pluviosité de Gao était de 372 mm en 1975, 177 mm en 1976 et 184 mm en 1977 alors que celle enregistrée à Gossi était de 182 mm en 1976 et 236 mm en 1977. Les précipitations ont donc été sensiblement comparables pour Gao et Gossi en 1976 et 1977. En 1975, pour Gao, les précipitations efficaces sont réduites à 220 mm si l'on élimine les 68 mm de la mi-octobre séparées des pluies d'août par 40 jours de déficit (18 mm), et les 78 mm de mai. Ces dernières pluies ont produit un regain fourrager mais les jeunes plants n'ont pu contribuer à la biomasse herbacée de fin de saison par suite du déficit pluviométrique de juin (8 mm). Les précipitations efficaces des 3 années seraient donc sensiblement comparables.

Les sites d'observations ont été délimités sur un système d'ondulations dunaires et toujours à mi-pente des pentes douces qui sont dominantes dans le paysage. Ils sont répartis tous les kilomètres à partir d'un point d'abreuvement sur un transect situé à l'écart des axes de passage mais matérialisé par le marquage d'un alignement d'arbres, et un premier site est établi à 500 m du point d'abreuvement. Le transect de Doro concerne un point d'abreuvement très fréquenté en saison des pluies, celui d'Arodout dessert une mare assez fréquentée en saison des pluies et celui de Gossi intéresse une mare pratiquement réservée à la saison sèche. Par ailleurs 4 plateaux ont été répartis le long d'une toposéquence dunaire située à 6 km de tout point d'eau avec le plateau (a) en bas de pente, (b) à mi-pente inférieure avec (d) protégé par une clôture et (c) à mi-pente supérieure.

A 500 m du point d'abreuvement de saison sèche, le couvert herbacé est dominé par *Chloris prierii* avec *Tribulus terrestris* et *Tragus berteronianus* par suite du stationnement des troupeaux aux heures chaudes. Sous pâture de saison des pluies *Tragus berteronianus* domine avec *Cenchrus biflorus* et *Aristida mutabilis*. Au kilomètre 1, zone de campement de saison des pluies *Tragus berteronianus*

TABL. N°II - Estimation de précision (km 3 Gossi 1976)

Observations	1976								1975	
Nombre de lignes	1		2		3		4		4	
Nombre de points	100		200		300		400		400	
Effectif de la ligne	83		93		101		145			
Effectif cumulé N	83		176		277		422		487	
<i>Aristida</i> (n)	64		117		154		209		190	
Précision	± 9,2		± 7,5		± 6,0		± 4,9		± 4,4	
Sol nu (en p.100)	33		27		31		4		14	
Contribution	Nombre	p.100	Nombre	p.100	Nombre	p.100	Nombre	p.100	Nombre	p.100
Graminées :										
<i>Aristida mutabilis</i>	64	77	117	67	154	56	209	50	190	39
<i>Cenchrus biflorus</i>	4	5	23	13	38	14	74	18	165	34
<i>Tragus berteronianus</i>	6	7	15	9	37	13	53	13		
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	3	4	8	5	16	6	36	9	27	6
<i>Eragrostis tremula</i>	1	1	1	+	1	+	2	+		
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	2	2	3	2	5	2	6	1		
<i>Schoenefeldia gracilis</i>			1	+	1	+	1	+		
Diverses :										
<i>Gisekia pharnaceoides</i>			1	+	8	3	18	4	26	5
<i>Heliotropium strigosum</i>	1	1	1	+	7	3	9	2	53	11
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	1	1	2	1	5	2	8	2	16	3
<i>Ceratothera sesamoides</i>	1	1	1	+	1	+	2	+		
<i>Conchorus olitorius</i>			1	+	1	+	1	+	1	+
<i>Limnium pterocarpum</i>			1	+	1	+	1	+		
<i>Finbristylis hispidula</i>					1	+	1	+	6	1
<i>Zornia glochidiata</i>			1	+	1	+	1	+		
<i>Polycarpaea corymbosa</i>									1	+
<i>Tribulus terrestris</i>									1	+

domine au détriment de *Cenchrus biflorus* sur mare très fréquentée pendant les pluies.

Au km 2, apparaissent les plus grandes variations en liaison avec le mode d'exploitation des pâturages (tabl. III). Sous charge modérée de saison des pluies (Arodout), *Brachiaria xantholeuca* domine avec 40 p. 100 du tapis herbacé alors que *Cenchrus biflorus* régresse en 3 ans jusqu'à 10 p. 100. Sous forte charge de saison des pluies (Doro), *Cenchrus biflorus* domine avec stabilisation vers 40 p. 100 du tapis herbacé, alors qu'*Aristida mutabilis* demeure stationnaire à 10 p. 100 pendant que *Brachiaria xantholeuca* est rare et que *Tragus berteronianus* progresse jusqu'à 25 p. 100. Sous charge modérée de saison sèche (Gossi), *Aristida mutabilis* progresse pour dominer à 40 p. 100 pendant que *Cenchrus biflorus* et *Brachiaria xantholeuca* restent stationnaires vers 10 p. 100. Parallèlement, la biomasse herbacée de fin de période active est voisine de 550 kg

sous forte charge de saison des pluies, 875 kg sous charge modérée avec une certaine régression due à la diminution de *Cenchrus biflorus* (mais avec augmentation de l'appétibilité) et 870 kg sous charge modérée de saison sèche avec une certaine augmentation traduisant une nette remontée biologique en 3 ans.

Au-delà du km 2, l'effet des différents régimes de pâture s'atténue avec l'éloignement du point d'eau. Cependant au km 3, sous forte charge de saison des pluies, *Cenchrus biflorus* progresse jusqu'à 60 p. 100 au détriment d'*Aristida mutabilis* et *Brachiaria xantholeuca* demeure rare pendant que la production à l'ha régresse de moitié jusqu'à 850 kg. Sous charge modérée de saison des pluies, *Aristida mutabilis* qui demeurerait rare et toujours inférieure à 10 p. 100 progresse à partir du km 3 jusque vers 40 p. 100, *Brachiaria xantholeuca* se maintient vers 20 p. 100 et *Cenchrus biflorus* a tendance à régresser vers 10 p. 100. Sous

exploitation de saison sèche, *Aristida mutabilis* progresse en 3 ans pour se stabiliser vers 40-50 p. 100 dès le km 2 ; *Brachiaria xantholeuca* est rare jusqu'au km 3 et oscille entre 10 et 40 p. 100 au-delà, pendant que *Cenchrus biflorus* régresse à 10 p. 100. La production de matière sèche à l'hectare est voisine de la tonne mais elle pouvait atteindre le double 3 ans plus tôt, par suite de l'abondance de *Cenchrus biflorus*.

Au km 6 (tabl. IV), l'influence de la pâture est secondaire et pourtant différents faciès ont été identifiés en 1975 avec des compositions floristiques variées. Après 3 ans, la remontée biologique se révèle être spectaculaire et caractérisée par la convergence de C3 et G63. La

régénération de *Schoenefeldia gracilis* jusqu'à mi-pente inférieure est très nette, la régression générale de *Cenchrus biflorus* s'effectue au profit d'*Aristida mutabilis*, pendant qu'*Heliotropium strigosum* devient rare alors qu'il était abondant à mi-pente en 1975. Si la production de M. S. à l'ha n'augmente que modérément, la proportion inappétée régresse jusqu'à disparaître, ce qui traduit une progression importante du fourrage consommable.

De ces observations échelonnées sur 3 ans, il ressortirait que :

1) un faciès à *Heliotropium strigosum* à valeur fourragère faible ou nulle peut se régénérer en 3 ans ;

TABL. N°III - Exemple de contrôle continu au sol (kilomètre 2)

Localisation	D o r o			A r o d o u t			G o s s i		
Année	75	76	77	75	76	77	75	76	77
Identification	D21	D22	D23	A21	A22	A23	G21	G22	G23
Sol nu (en p.100)	12	13	27	22	32	17	15	10	2
Nombre de lignes	1	3	3	1	4	3	1	3	2
Effectif par ligne	91	156	95	87	76	116	107	117	148
Précision	+10.4	+ 4.6	+ 5.8	+10.5	+ 5.7	+ 5.0	+ 9.2	+ 5.3	+ 5.6
Contribution sp (en p.100)									
Appétées									
<i>Schoenefeldia gracilis</i>		1	2			+			
<i>Tragus berteronianus</i>	6	11	24			3		9	7
<i>Aristida mutabilis</i>	6	26	11		3	3	36	13	61
<i>Brachiaria xantholeuca</i>		+	1	28	43	40	14	16	6
<i>Cenchrus biflorus</i>	46	43	41	59	47	12	27	55	10
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>						1			
<i>Eragrostis tremula</i>					1	+		+	+
<i>Digitaria horizontalis</i>					1	10			3
<i>Chloris puerarii</i>			+		+				
<i>Zornia glochidiata</i>					1	+			
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	13	9	8	7	1	5	14	1	5
<i>Glaeskea pharacaeoides</i>	3	2	1	5	4	14	3	5	4
<i>Tribulus terrestris</i>	22	4	2			1		+	
<i>Limeum viscosum</i>						6			
Non appréciées									
<i>Aristida stipoides</i>						+			
<i>Fimbristylis hispidula</i>			2					+	1
<i>Heliotropium strigosum</i>	4	3	5			3	6	1	2
<i>Borreria radiata</i>						+		+	
<i>Ceratothera sesamoides</i>			1						
Production (kg/ha MS)									
Appétée	475	575	590	1235	550	845	685	860	1060

TAB. IV - Exemple de contrôle continu au sol (kilomètre 6)

Localisation	Bas de pente		Mi-pente								Goutte		
Année	75	77	75	76	77	75	76	77	75	77	75	76	77
Identification	a1	a3	b1	b2	b3	d1	d2	d3	c1	c3	g61	g62	g63
Sol nu (en p.100)	29	2	45	5	6	81	8	2	73	1	15	3	17
Nombre de lignes	1	2	1	3	2	2	3	2	1	2	1	3	3
Effectif par ligne	77	172	63	182	154	23	141	175	29	166	127	135	115
Précision	+11.4	+5.2	+ 8.5	+ 1.9	+5.5	+13.3	+4.5	+ 5.3	+18.3	+5.5	+8.5	+5.0	+5.4
Contribution sp. (en p.100)													
Appétées													
<i>Schoenefeldia gracilis</i>		32		5	38	4	7	23		2		+	
<i>Tragus berteronianus</i>		19		28	19	2	11	7		3		2	2
<i>Aristida mutabilis</i>		40		12	34	9	31	48	20	53	9	55	49
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	39	3		21	6		10	6		17	9	15	29
<i>Cenchrus biflorus</i>	52	5		21	+	11	21	1	3	8	30	25	12
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		+		2	+		1	+		1			
<i>Eragrostis tremula</i>	1	+		1	+		1	1		+			
<i>Digitaria horizontalis</i>										1	1		
<i>Chloris prieurii</i>		+											
<i>Cenchrus prieurii</i>										+			
<i>Zornia glochidiata</i>													+
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>		+	3	1	1	11	2	1	14	6	12		3
<i>Gisekia pharnaceoides</i>	1	+	2	1	2		1	1		1	36	+	+
<i>Tribulus terrestris</i>							+	+			2		2
<i>Citrullus lanatus</i>						9							
<i>Limeum pterocarpum</i>			2										
<i>Limeum viscosum</i>				1			2	+				2	3
Non appréciées													
<i>Aristida stipoides</i>							4	4		3			
<i>Fimbristylis hispidula</i>	1	+	30	1		26	2	1	14				
<i>Heliotropium strigosum</i>	5	+	63	6	+	28	5	7	41	3	1		1
<i>Borreria radiata</i>				+			1			1		+	
<i>Ceratothera sesamoides</i>									3				
<i>Corchorus olitorius</i>									3				
Production (kg/ha MS)													
Appétée	1100	1335		675	1110	300	820	1800		1775	1530	360	1015
Non appréciée	500		675			750		60	1000				

2) un faciès à *Cenchrus biflorus* peut constituer un stade critique de dégradation qui est susceptible toutefois de rétablir un processus de régénération rapide ;

3) un faciès à *Tragus berteronianus* peut succéder à *Cenchrus biflorus* et indiquer une dégradation accentuée du pâturage, en particulier sous l'effet d'une exploitation de saison des pluies trop sévère ;

4) *Schoenefeldia gracilis* peut se régénérer en situation écologique favorable, après complète disparition, sans intervention extérieure ;

5) *Brachiaria xantholeuca* tend à régresser sous forte charge de saison des pluies ou même de saison sèche ;

6) *Aristida mutabilis* régresse sous exploitation, même modérée, de saison des pluies.

La remontée biologique observée au km 6

mérite d'être testée statistiquement, ce qui peut être réalisé par le test de χ^2 appliqué à la comparaison de l'effectif observé (effectif d'une ligne) à un effectif théorique calculé (comparaison de 2 populations). Pour cela, l'effectif de chaque espèce importante constitue une classe séparée (8) et les espèces secondaires sont réparties en trois classes :

— graminées diverses appréciées (*Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis tremula*, *Digitaria horizontalis*, *Chloris prieurii*, *Cenchrus prieurii*) ;

— espèces appréciées diverses (*Zornia glochidiata*, *Gisekia pharnaceoides*, *Tribulus terrestris*, *Citrullus lanatus*, *Limeum pterocarpum*, *Limeum viscosum*) ;

— espèces diverses inappréciées (*Aristida stipoides*, *Borreria radiata*, *Ceratothera sesamoides*, *Corchorus olitorius*).

En 1975, les placeaux sont significativement différents (tabl. V) à l'exception du couple c1 — d1 ($\chi^2 = 10,4 < 15,5$ pour 8 degrés de liberté),

TABLEAU V

Comparaison statistique des sites au km 6

a1										
a3	S									
b1	S									
b3		NS	S							
c1	S		S							
c3		S		S	S					
d1	S		S		NS					
d3		S		S		S	S			
g61	S		S		S		S			
g63		S		S		S		S	S	
a1	a3	b1	b3	c1	c3	d1	d3	g61	g63	

S : significativement différent ;

NS : non significativement différent ou comparable.

de sorte que la parcelle en défens à mi-pente inférieure n'est comparable qu'au plateau situé à mi-pente supérieure. En 1977 tous les placeaux ont évolué significativement mais les deux placeaux a3 et b3 ont convergé dans leur évolution au point d'être comparables ($\chi^2 = 14,27 < 16,92$ pour 9 degrés de liberté) : bas de pente et mi-pente inférieure non clôturée.

L'aisance avec laquelle les participants maliens au Projet DGRST ont exécuté les relevés par la méthode des points quadrats, démontre qu'une *surveillance continue des parcours* pourrait facilement être mise en place avec l'aide du personnel des circonscriptions d'élevage et une exploitation des observations centralisée à la Direction de l'Elevage et du Pastoralisme. Le personnel d'un secteur d'élevage ne pouvant contrôler que 5 à 6 sites pendant la période favorable d'octobre-novembre, le nombre de relevés doit être limité et les résultats obtenus au Gourma incitent au choix de placeaux de surveillance localisés à 2 km de points d'abreuvement pour contrôler l'effet des différents modes d'exploitation et à 6 km pour observer l'évolution des pâturages là où l'effet pâture ne se fait que peu sentir.

SUMMARY

Contribution to the continuous control of tropical grasslands in west Africa

Continuous control both at the national and transnational level must be considered to follow the evolution of grasslands under the effect of climatic hazards and various types of management. For this purpose, a common language must be adopted to define the different types of grassland, their physiological aspects, and the criteria of continuous control must be identified. A method of control on the ground is proposed, with the results already obtained in the Sahelian environment, for the establishment of national monitoring networks.

RESUMEN

Contribucion a la comprobacion continua de los pastos tropicales en Africa del Oeste

Para seguir la evolución de los pastos, resultando de los azares climáticos y de las varias formas de explotación, se necesita enfocar una comprobación continua a los niveles nacionales y transnacionales. Por eso, hay que adoptar un lenguaje común para definir los tipos de pastos, su aspecto fisionómico e identificar los criterios de comprobación continua. Con el objeto de establecer redes nacionales de vigilancia, se propone una técnica de comprobación del suelo según los resultados ya obtenidos en medio sahéliano.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOUDET (G.). Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. 2^e éd. Paris, Ministère de la Coopération ; Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1975, 235 p., 157 réf., 21 tabl., 15 fig., 8 pl., 28 photograph. 6 cartes.
2. BOUDET (G.), BAEYENS (F.). Une méthode

- d'étude et de cartographie des pâturages tropicaux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1963, 16 (2) : 191-219.
3. BOUDET (G.), COULIBALY (A.), LEPRUN (J. C.). Etude de l'évolution d'un système d'exploitation sahélien au Mali ; rapports de campagne 1975-1976. Paris, D. G. R. S. T., G. E. R. D. A. T., O. R. S. T. O. M., 1977.

4. C. S. A. Phytogéographie (Yangambi 1956). Londres, C. C. T. A., 1956 (publ. n° 22), 35 p.
5. DAGET (P.), POISSONNET (J.). Méthode d'analyse de la végétation des pâturages. Critères d'application. *Annls. Agron.*, 1971, 22 : 5-41.
6. FAO-UNEP. Activités de surveillance en vue de l'évolution de certains problèmes d'environnement critiques liés aux pratiques agricoles et d'utilisation des terres (G. E. M. S.). Consultation d'experts tenue à Rome, 15-19 mars 1976. Rome, F. A. O., 1976 (Na 76-198), 30 p.
7. FOSBERG (F. R.). A classification of vegetation for general purposes. In : Peterken (G. F.). Guide to the check sheet for I. B. P. areas. Oxford, Blackwell Scientific publication, 1970, p. 73-120 (IBP, Handbook n° 4).
8. KEAY (R. W. J.), AUBREVILLE (A.). Carte de la végétation de l'Afrique au Sud du Tropique du Cancer. A. E. T. F. A. T.-U. N. E. S. C. O. ; Londres, Oxford University Press, 1959, 23 p., 1 carte à 1/10 000 000.
9. POULTON (C. E.). A comprehensive remote sensing legend system for the ecological characterization and annotation of natural and altered landscapes. Ann Arbor, environmental Research Institute of Michigan ; Proc. of the 8th Int. Symposium on Remote Sensing of Environment, 2-6 octobre 1972, p. 393-408.
10. PRATT (D. J.), GREENWAY (P. J.), GWYNNE (M. D.). Classification of East African rangeland with an appendix on terminology. *J. appl. Ecol.*, 1966 (3) : 369-382.
11. RENNER (F. G.), ALLRED (B. W.). Classifying rangeland for conservation planning. Washington soil conserv. service, US dept. of Agric., 1962, 48 p. (Agric. handbook n° 235).
12. SOIL CONSERVATION SERVICE (US). National handbook for range and related grazing lands. Washington soil conserv. service, US Dept. of Agric., 1967, 77 p. (S. C. S. range 7.67).
13. TROCHAIN (J. L.). Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Bull. Inst. Etud. Centrafr., Brazzaville, 1957 (13-14) : 55-93.
14. UNESCO. Classification internationale et cartographie de la végétation. Paris, 1973, 93 p. (Ecologie et conservation, n° 6).

ÉVOLUTION DE PÂTURAGES SAHÉLIENS SUR MODÈLE DUNAIRE (kilomètre 6)

Photo 6. — 1975 (Novembre). Dominance d'*Heliotropium strigosum* Willd. et abondance de plages dénudées.



Photo 7. — 1977 (Novembre). Dominance d'*Aristida mutabilis* Trin. et Rupr. et *Schoenefeldia gracilis* Kunth.